

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: 24320111152285

UDC\_\_\_\_\_

厦门大学

硕士学位论文

动漫图片质量评价研究

Research on Assessment of Cartoon Images Quality

李敏

指导教师: 廖明宏教授

专业名称: 计算机软件与理论

论文提交日期: 2014 年 4 月

论文答辩日期: 2014 年 5 月

学位授予日期: 2014 年 月

指导教师: \_\_\_\_\_

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

2014 年 5 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（    ☒    ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年    月    日

## 摘 要

随着 4G 时代的来临,移动终端设备迅猛发展,动漫图片需要在不同分辨率的设备上进行通讯交互,适配算法把同一张原始图像适应于不同分辨率的显示设备,这样的过程会引入图像的失真。而且图片在采集、压缩、存储、传输、重新生成的过程中都会被各种各样的噪声所影响,它们的主观质量也会降低。图像质量评价可以为图像处理算法提供参考,以期传递给人们更好的视觉体验。因此,对图像质量的合理评价具有非常重要的应用价值。本文以主客观图像评价理论为基础,重点研究动漫图片主观质量评价方法及全参考客观质量评价方法。论文的主要研究内容及成果如下:

1、研究图像质量评价相关知识理论,建立动漫图片主观评价库。研究主流的图片主观评价流程及分值处理,对动漫图片进行一般失真及适配两种处理得到测试图片,结合特定的实验室环境,对这些图片进行主观打分,建立主观评价库,用于后期对图像客观评价时的数据分析对比。

2、研究经典的图像客观质量评价算法,提出基于 CIELAB 色彩空间的彩色图像质量评价方法。该方法对 SSIM 进行改进,融入色彩评价尺度,将质量评价转换成对亮度、对比度、结构和颜色的比较。实验证明加入色彩元素后的 SSIM 算法比单纯 SSIM 在评价上更接近人的主观感知。

3、提出基于 SIFT 与 SSIM 模型的动漫图片质量评价方法。针对不同终端设备具有的不同分辨率问题,采取自顶向下的方式建立两张图片的像素点匹配关联,建立评价模型。实验结果表明该方法对适配图像的质量评价与主观结果保持一致性,对适配算法的优化有一定的指导意义。

4、实现动漫图片质量评价原型系统。系统采用 Matlab GUI 及其图像库实现,提供多种算法生成失真测试图像用于质量评估,实现多种图像质量客观评价算法,从不同的角度分析主客观数据。

**关键词:** 动漫图片质量评价; CIELAB 色彩空间; SSIM; SIFT 算法

## Abstract

With the arriving of 4G times and the rapid development of mobile terminal device, cartoon images have to communicate between different display devices of different resolutions. The retargeting algorithm is employed to adapt a source image of one resolution to be displayed in a device of a different resolution, which may introduce distortions during the retargeting process. What's more, the images are affected by a wide variety of distortions during acquisition, compression, storage, processing, transmission, and reproduction processes, which result in perceptual quality degradation. Image quality assessment can provide a reference for image processing algorithms in order to show a better visual experience to people. Therefore, a reasonable evaluation for image quality has a very important application value. This dissertation is based on the theory of subjective and objective image assessment, focusing on the research about cartoon images subjective quality assessment methods and full-reference objective quality assessment methods. The paper's research and achievements are as follows:

1. Research on theories related to image quality assessment, establish a subjective assessment database for cartoon images. Research on popular image subjective assessment process and score processing, get the test images from distortion process and retargeting, record subjective score for these images under specific lab environment and finally establish a subjective assessment database serving for the data comparison and analysis between the objective assessment value and the subjective score.

2. Research on the classic objective image quality assessment algorithms. Propose a new color image quality assessment method based on CIELAB color space. The method does an improvement on SSIM by introducing color evaluation scale and converts the quality assessment into the comparison on luminance, contrast, structure and color. Experiments show that the algorithm SSIM after adding color elements shows better consistency on human perception than simply using SSIM.

3. Propose a new cartoon images quality assessment method based on SIFT and SSIM model. For the problem that different terminal devices of different resolutions, the method use a top-down manner to establish the pixel matching association between two pictures. Experimental results show good consistency between the proposed objective metric for retargeting image and subjective assessment by human observers. It does have some significance on the optimizing of retargeting algorithm.

4. Realize a prototype system for cartoon images quality assessment using Matlab GUI and its image library. The system provides a variety of algorithms to generate distortion test images for quality assessment and realize a variety of image quality assessment algorithms, analyze the subjective and objective data from different angles.

**Keywords:** Cartoon Image Quality Assessment; CIELAB Color Space; SSIM; SIFT Algorithm

## 目 录

<b>第一章 绪论</b>	<b>1</b>
1.1 研究背景与意义	1
1.2 研究现状	2
1.2.1 主观评价方法	3
1.2.2 客观评价方法	5
1.3 主要研究内容	7
1.4 论文组织结构	8
<b>第二章 相关理论介绍</b>	<b>9</b>
2.1 人类视觉系统	9
2.1.1 人类视觉生理学特性	9
2.1.2 人类视觉心理学特性	9
2.2 图像质量评价模型	12
2.2.1 图像及图像质量定义	12
2.2.2 自底向上模型	13
2.2.3 自顶向下模型	14
2.3 SIFT 图像特征提取	14
2.4 本章小结	20
<b>第三章 动漫图片质量主观评价</b>	<b>21</b>
3.1 引言	21
3.2 主观质量评价流程	21
3.2.1 测试环境	22
3.2.2 测试方法	23
3.2.3 主观分值处理	26
3.3 主客观数据分析	27
3.4 动漫图片主观评价库建立	29
3.5 本章小结	32

<b>第四章 基于 CIELAB 色彩空间的客观质量评价算法 .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1 经典客观评价算法 .....</b>	<b>33</b>
4.1.1 MSE 和 PSNR .....	33
4.1.2 VSNR .....	34
4.1.3 UQI .....	34
4.1.4 SSIM 模型 .....	35
<b>4.2 基于 CIELAB 色彩空间的图像客观评价 .....</b>	<b>37</b>
4.2.1 引言 .....	37
4.2.2 CIELAB 色差公式 .....	38
4.2.3 算法描述 .....	39
4.2.4 实验分析 .....	40
<b>4.3 本章小结 .....</b>	<b>43</b>
<b>第五章 基于 SIFT 与 SSIM 模型的动漫图片质量评价 .....</b>	<b>44</b>
5.1 引言 .....	44
5.2 算法描述 .....	45
5.3 实验与分析 .....	50
5.4 本章小结 .....	53
<b>第六章 动漫图片质量评价原型系统实现 .....</b>	<b>54</b>
6.1 引言 .....	54
6.2 系统总体框架 .....	55
6.3 系统设计与实现 .....	56
6.3.1 客观评价算法 .....	58
6.3.2 关联分析 .....	61
6.3.3 失真图像生成 .....	63
6.4 本章小结 .....	64
<b>第七章 总结与展望 .....</b>	<b>65</b>
7.1 总结 .....	65
7.2 展望 .....	66



参考文献 .....	68
攻读学位期间发表的学术论文 .....	72
致 谢 .....	73

厦门大学博硕士论文摘要库

## Contents

<b>Chapter1 Preface .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Background and Significance .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Research Status .....</b>	<b>2</b>
1.2.1 Subjective Assessment Metric .....	3
1.2.2 Objective Assessment Metric .....	5
<b>1.3 Research Content .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4 Dissertation Organization.....</b>	<b>8</b>
<b>Chapter2 Related Theoretics Introduction.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Human Visual System .....</b>	<b>9</b>
2.1.1 Huam Visual Physiology Characteristics .....	9
2.1.2 Huam Visual Psychology Characteristics .....	9
<b>2.2 Image Quality Assessment Model.....</b>	<b>12</b>
2.2.1 Definition of Image and Image Quality .....	12
2.2.2 Bottom-up Model .....	13
2.2.3 Top-down Model .....	14
<b>2.3 SIFT Image Features Extraction.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Summary .....</b>	<b>20</b>
<b>Chpater3 Subjective Assessment of Cartoon Images.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Introduction .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Subjective Quality Assessment Procedure .....</b>	<b>21</b>
3.2.1 Test Environment.....	22
3.2.2 Test Method.....	23
3.2.3 Subject Scores Process .....	26
<b>3.3 Subjective and Objective Scores Analyse .....</b>	<b>27</b>
<b>3.4 Establish Subjective Quality Assessment Database of Cartoon Images .</b>	<b>29</b>
<b>3.5 Summary .....</b>	<b>32</b>

<b>Chapter4 Objective IQA Based on CIELAB Color Space .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1 Classic Objective Assessment Algorithms .....</b>	<b>33</b>
4.1.1 MSE and PSNR .....	33
4.1.2 VSNR .....	34
4.1.3 UQI .....	34
4.1.4 SSIM Model .....	35
<b>4.2 Object IQA Based on CIELAB Color Space .....</b>	<b>37</b>
4.2.1 Introduction .....	37
4.2.2 CIELAB Color Difference Formula .....	38
4.2.3 Algorithm Description .....	39
4.2.4 Experiment Analysis .....	40
<b>4.3 Summary .....</b>	<b>43</b>
<b>Chapter5 Cartoon Images IQA Based on SIFT and SSIM Model ...</b>	<b>44</b>
<b>5.1 Introduction .....</b>	<b>44</b>
<b>5.2 Algorithm Description .....</b>	<b>45</b>
<b>5.3 Experiment and Analyse .....</b>	<b>50</b>
<b>5.4 Summary .....</b>	<b>53</b>
<b>Chapter6 Realization of Cartoon Images Quality Assessment</b>	
<b>Prototype System .....</b>	<b>54</b>
6.1 Introduction .....	54
6.2 System Overall Framework .....	55
6.3 System Design and Implementaion .....	56
6.3.1 Objective Assessment Algorithms .....	58
6.3.2 Correlation Analysis .....	61
6.3.3 Distortion Images Generation .....	63
6.4 Summary .....	64
<b>Chapter7 Conclusion and Outlook .....</b>	<b>65</b>
<b>7.1 Conclusion .....</b>	<b>65</b>

<b>7.2 Outlook .....</b>	<b>66</b>
<b>References .....</b>	<b>68</b>
<b>Papers Published During Study .....</b>	<b>72</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>73</b>

厦门大学博硕士论文摘要库

# 第一章 绪论

## 1.1 研究背景与意义

图像质量评价 (Image Quality Assessment, IQA) 是指通过一定的主观和客观方法对图像的质量进行评价, 判断图像是否符合人的主观感受, 图像质量的优劣表现在待测图像相对于参考图像在人眼的观察过程中产生差异程度的大小或是人眼对图像特征信息的分辨能力的强弱。

在日常生活中, 人对外界信息的感知大约 70% 是通过人的视觉系统, 也就是以图像的形式获得的<sup>[1]</sup>。图像承载了非常生动丰富的信息。图像质量可以理解为一张图像给人眼所呈现的视觉效果。良好的图像能够清晰地表达出所要展示的内容, 同时易于理解; 差的图像不仅在视觉上给人造成不舒服和不容易理解的感觉, 而且在图像的细节逼真度上也表现较差。图像在获取、存储、优化、传输、适配等过程中存在各种因素都可能导致图像质量下降, 引起图像失真, 比如在图像压缩上, 压缩的目标是在保证复原图像质量满足需求的前提下, 减少数据量, 得到较高的压缩比, 即消除更多的冗余信息。再比如在动漫图片的适配过程中, 得到不同的分辨率的图像, 图像的质量影响显示的清晰度和观赏性, 量化这些指标属于图像质量评价的研究范畴<sup>[2]</sup>。因此, 构建与人眼主观评估保持一致的图像质量评价模型具有一定的应用价值。近年来, 人们越来越关注 IQA 的研究, IQA 理论和实践处于不断地发展和完善之中。

IQA 的研究已成为图像领域的一个重要研究方向, 广泛应用在判断图像处理算法优劣及参数调整上。在计算机和人眼视觉中, 图像质量评价都是一个基本事件, 它包括主观评价和客观评价两个方面<sup>[3]</sup>。人眼对图像的主观评价反应了人对图像质量好坏的感知。通过人类视觉系统<sup>[4]</sup>(Human Visual System, HVS)进行 IQA 过程是最优秀的做法。但是单靠人眼主观去评价图像质量耗时又耗力, 因此需要建立图像客观评价算法模型, 通过计算机处理使得图像质量评价自动化与智能化。

4G 时代的来临给移动互联网带来新的机遇。当前移动互联网已经深深地渗透入我们的生活, 衣食住行方方面面。依托 4G 技术, 各种动漫衍生的网游、页

游、单机游戏等都能成为消费者的座上宾。来自工信部的数据显示,截至 14 年 2 月底,我国共有 12.35 亿移动通信服务用户<sup>[5]</sup>。我国动漫产业得到了蓬勃发展,其中手机动漫以其便捷随身、直接互动,受众基础雄厚等优势成为 3G 时代动漫产业中一个极具潜力的增长点。以手机(移动终端)动漫为内容,通过移动通信网络或计算机网络进行传播,以手机及各种移动终端为接收使用终端,并由用户进行自主购买的手机动漫产品越来越受到青睐,如手机动漫杂志、移动动漫超市、真人动漫秀、手机动漫频道、动漫游戏等。终端设备的多样性在数字图像处理领域引发了新的需求,相同的动漫图片要在不同的终端设备上展示,图像适配算法在给定的分辨率下试图保持原图的显著区域和内容信息,收缩或扩张图片的不重要区域来完成适配过程。为了获得一张具备良好质量的动漫图片,适配图像的质量评价必须在适配过程中来执行并且最大化地接近人所感知的质量。评价适配结果的优劣要综合考虑适配图像自身的质量和与参考图像的近似度。其中,对终端动漫图片质量的评价非常重要,以便指导适配算法获取优异的图片达到在不同终端呈现更好的图像视觉效果。

## 1.2 研究现状

对 IQA 方向的研究到现在有近五十年的历史了,但是直到最近的六七年时间,IQA 领域的研究成果及论文才逐渐多起来。IQA 方法分为主观和客观两大类。由于人眼是图像的最终接受体和感知体,相对于客观评价,主观评价能够较真实准确地反应人眼的视觉感知,但是容易受到测试环境和观察者情绪等条件的影响,主观评价结果不稳定,评价操作过程也比较繁琐,无法做到实时性,不便于图像评价的快速实现。因此人们开始研究客观 IQA 方法来简单快捷地对图像进行评价,试图提出一种合理可靠实用的图像 IQA 方法。图像质量评价方法的分类如图 1.1 所示,它包括主客观两大类。

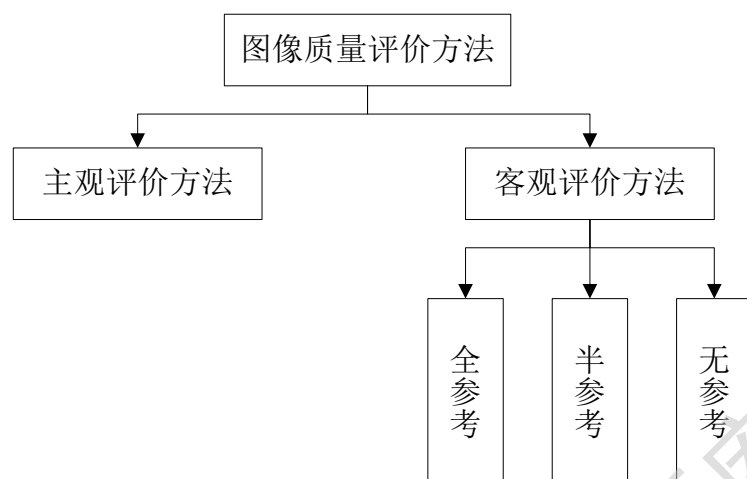


图 1-1 图像质量评价方法分类

### 1.2.1 主观评价方法

图像的主观评价是指通过人眼来观察图像，根据人眼主观感知图像的优劣程度，然后对图像进行评分，得出评价结果。主观评价方法有很多<sup>[3, 6-9]</sup>，主观的测试非常耗时昂贵，对大部分图像应用用主观方法来做图像质量评价不太实际，但是获取的主观结果可以堪称是当前人对图像的实际感知质量，它们能够用于评价客观自动评价方法的效果和性能。为保证主观评价在统计上的合理性和意义，在测试观察者的选择上，一个是不是图像领域的研究者，可以理解为外行测试人员，另外一个懂得图像处理技术的测试人员。常用的方法有均值意见评分法 (MOS)<sup>[10, 11]</sup>和国际标准 CCIR<sup>[12]</sup>。主观质量评分 (Mean Opinion Score, MOS) 是最具代表性的主观评价方法。在进行主观评分时，应首先按照标准 ITU-RBT. 500-11<sup>[12]</sup>搭建评价环境，安排至少 20 名观察者来观察图像，测试条件应尽可能与使用条件相匹配，让观察者连续观看一系列的参考图像与测试图像，根据约定的图像评价准则及个人对图像的认知，对测试图像按视觉效果判断其质量并给出最终评分，然后对所有独立观察者给出的判断结果进行加权平均，得到最终的主观质量评价结果。其主要的度量尺度有两种，即绝对尺度和相对尺度。如表 1-1 所示。

表 1-1 绝对评价尺度与相对评价尺度

评分	绝对评价尺度	相对评价尺度
5	非常好	一群中最好的
4	好	好于该群平均水平的
3	一般	处于该群平均水平的
2	差	差于该群平均水平的
1	非常差	该群中最差的

国际无线电咨询委员会(CCIR)已制定了 CCIR500-1 号建议书和 CCIR405-4 号报告书<sup>[12]</sup>。如表 1-2 所示, CCIR500-1 号建议书采用了国际上通行的五级评分标准。从表中可以看出, 总共有五个分值, 五分最高, 对应的图像质量也就越高, 依次递减。评价尺度包括绝对与相对两种。观察者在不同的主观 IQA 方法下根据自身对图像质量的感知来打分。详细的流程及方法在第三章中有详细的阐述。总之, 通过 CCIR 制定的标准, 使得主观评价有了一定可遵循的准则。

表 1-2 CCIR 规定的主观评价标准

评分	绝对评价尺度	相对评价尺度
5	极细微变化, 完全看不出图像质量变坏	非常好
4	能感觉到一些变化, 但并不烦人	好
3	清楚地看出图像变化, 对观看稍微有点妨碍	一般
2	对观看有妨碍	差
1	变化太大, 非常妨碍观看	非常差

主观 IQA 的结果主要用以判断多种客观评价模型的结果与人眼主观评价分值的匹配度。最常见的的德克萨斯州大学的 LIVE 图片库<sup>[13]</sup>, IQA 算法可以基于该数据集进行测试。关于该图像库在第三章中有详细的说明。

在文献[14]中, 作者对各种图像适配算法进行比较, 在主观评价中, 遵循链对队比较设计(Linked-pair Comparison Design), 为了保证实验的平衡性, 在测试



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库